

УДК 796.015

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТРЕНИРОВОЧНЫХ УПРАЖНЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ МОЩНОСТИ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТЫ ГРЕБЦОВ-СПРИНТЕРОВ НА БАЙДАРКАХ

А.Дьяченко<sup>1</sup>, Пенчен Го<sup>2</sup><sup>1</sup> Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев, Украина;<sup>2</sup> Университет провинции Джяньши, Нанчань, КНР

Для связи с авторами: adnk2007@ukr.net

### Аннотация

**Цель.** Разработать режимы тренировочных упражнений, направленных на повышение мощности энергообеспечения гребцов-спринтеров с учетом дифференцированного воздействия на специфические компоненты реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения работы.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в национальном центре водных видов спорта в г. Жичжао (Китай) с участием специалистов НУФВСУ. В исследовании приняли участие квалифицированные гребцы (мужчины) провинции Шандун (n=22). Возраст спортсменов находился в диапазоне 19-25 лет. Для регистрации показателей специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов был использован мобильный газоанализатор Oxycan mobile (Jaeger), спорттестер "Polar", лабораторный комплекс для определения лактата крови Biosen S. line lab+. Для стандартизации измерений специальной работоспособности использовался гребной эргометр «Dansprint».

**Результаты.** Разработан системный подход к реализации моделирования характеристик мощности и емкости системы энергообеспечения в системе специальной физической подготовки квалифицированных гребцов на байдарках. Он включает два компонента процесса: 1) моделирование характеристик энергообеспечения и специальной работоспособности в стандартных условиях выхода работы при реализации анаэробной и аэробной мощности и емкости. Проанализированы показатели эргометрической мощности работы, потребления O<sub>2</sub>, выделения CO<sub>2</sub>, отношения легочной вентиляции к выделению CO<sub>2</sub>; уровни концентрации лактата крови; определены индивидуальные параметры эргометрической мощности работы при различных режимах работы анаэробного характера; проведено моделирование тренировочных упражнений, направленных на повышение мощности и емкости энергообеспечения работы на основе оценки реакции КРС, энергообеспечения работы, а также сопоставление достигнутых характеристик мощности и емкости энергообеспечения с модельными характеристиками подготовленности гребцов на байдарках. В процессе моделирования режимов тренировочных упражнений гребцов проанализированы индивидуальные характеристики эргометрической мощности, потребления O<sub>2</sub>, отношения легочной вентиляции и выделения CO<sub>2</sub>, уровни концентрации лактата крови, зарегистрированные в процессе выполнения последнего упражнения и период восстановления; 2) моделирование режимов тренировочных упражнений основано на определении индивидуальных параметров работоспособности гребцов в условиях моделирования нагрузки в процессе реализации мощности и емкости анаэробного алактатного и лактатного (гликолитического) энергообеспечения.

На основании проведенного анализа разработаны режимы тренировочных упражнений А, Б, В и Г, основные эффекты которых составили: режим А – увеличение мощности реакции легочной вентиляции при нарастании CO<sub>2</sub> в условиях нагрузок, выполненных с максимальной интенсивностью работы; режим Б – реализация емкости анаэробного энергообеспечения, повышение скорости развертывания лактатного (гликолитического) энергообеспечения; режим В – повышение мощности анаэробного лактатного (гликолитического) энергообеспечения, развитие реакции дыхательной компенсации метаболического ацидоза; режим Г – реализация емкости анаэробного и повышение мощности аэробного энергообеспечения работы. Показатели, зарегистрированные в процессе моделирования контроля и режимов тренировочных упражнений, соответствовали показателям, представленным в групповых и индивидуальных моделях подготовленности квалифицированных гребцов-спринтеров на байдарках.

**Ключевые слова:** гребцы-спринтеры на байдарках, мощность энергообеспечения, физическая подготовка, функциональные возможности.

## SIMULATION OF REGIMES OF TRAINING EXERCISES AIMED AT INCREASE IN POWER SUPPLY OF CANOE SPRINTERS

A.Diachenko<sup>1</sup>, Penchen Go<sup>2</sup><sup>1</sup>National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kiev, Ukraine<sup>2</sup>University of Jianshe province, Nanchang, PRC-2**Abstract**

**Goal** is to develop modes of training exercises aimed at increasing the power supply of rowing sprinters considering differentiated effect on the specific components of the reaction of the cardiorespiratory system and energy supply.

**Materials and methods.** The survey was carried out in the national center for aquatic sports of Rizhao city (China) with participation of NUFVSU professionals. Skilled rowers (men) (n = 22) took part in the survey. The age of athletes was in the range of 19-25 years. Registration of the indicators of special working capacity and functionality of the rowers was effectuated with the Oxycon mobile (Jaeger) mobile gas analyzer, "Ro1ag" sport tester, Biosen S. line lab + laboratory complex for the determination of blood lactate. Standardization of the measurements of special working capacity was effectuated with "Dansprint" rough ergometer.

**Results.** We have elaborated a systemic approach to implementation of simulation of power and capacity characteristics of the power supply system in the system of special physical training of qualified canoe sprinters. It includes two components of the process: 1) simulation of the characteristics of power supply and special working capacity under the standard operating conditions for the implementation of anaerobic and aerobic power and capacity. We have analyzed the parameters of ergometric power of work, O<sub>2</sub> consumption, CO<sub>2</sub> release, and ratio of pulmonary ventilation to the CO<sub>2</sub> release, blood concentration levels. We have determined individual parameters of ergometric power under different modes of anaerobic work. We have effectuated the simulation of training exercises aimed at increasing the power and capacity of energy supply on the basis of the assessment of the reaction of cardiorespiratory system, energy supply, as well as comparison of the achieved characteristics of power and capacity of power supply with the model characteristics of the excellence of canoe sprinters. While simulating rowing exercises' regimes we have analyzed the individual characteristics of ergometric power, O<sub>2</sub> consumption, ratio of pulmonary ventilation to CO<sub>2</sub> release, blood lactate concentration levels recorded during the last exercise and the recovery period; 2) simulation of training exercises' modes is based on the definition of individual parameters of rowers' performance under the conditions of load simulation in the framework of implementation of the power and capacity of anaerobic alactate and lactate (glycolytic) energy supply.

On the basis of this analysis, we have developed the modes of A, B, C and D training exercises, which demonstrated the following effects: mode A – increasing reaction power of pulmonary ventilation along with increasing CO<sub>2</sub> under loads performed with maximum intensity of work; mode B - realization of capacity of anaerobic power supply, increase of speed of deployment of lactate (glycolytic) energy supply; mode C - increasing capacity of anaerobic lactate (glycolytic) energy supply, development of reaction of respiratory compensation of metabolic acidosis; mode D - implementation of anaerobic capacity and increasing aerobic energy supply capacity. The indicators recorded during the simulation of control and training exercise regimes corresponded to the indicators presented in group and individual models of excellence of qualified canoe sprinters.

Keywords: canoe sprinters, power supply, physical training, functional capabilities.

**Актуальность.** В процессе моделирования специальной физической подготовки на основании оценки мощности и емкости энергообеспечения специальной работоспособности учитывали, что одним из факторов совершенствования системы подготовки спортсменов высокого класса является ориентация на достижение оптимальной структуры соревновательной деятельности. Согласно современной теории спорта реализация такого подхода предусматривает не только совершенствование всех ее компонентов, значимых на этапе максимальной реализации индиви-

дуальных возможностей, но и создание соответствующего функционального фундамента на ранних этапах многолетней подготовки [10]. Эти положения имеют значение для повышения эффективности специальной физической подготовки гребцов на байдарках, специализирующихся на дистанции 200 м и 500 м. При наличии специальных знаний, ориентированных на эффективную реализацию имеющегося двигательного и энергетического потенциала в гребле на байдарках и каноэ [4, 5, 12], отмечен ряд проблемных вопросов, определяющих направления спе-

специального анализа для совершенствования уровня специальной работоспособности гребцов-спринтеров. Одним из проблемных вопросов является поиск оптимальных параметров тренировочных нагрузок, ориентированных на развитие и реализацию в процессе соревновательной деятельности параметров мощности энергообеспечения. Проблема состоит в том, что энергообеспечение гребцов-спринтеров имеет не менее сложную структуру, чем энергообеспечение гребцов, которые специализируются на дистанции 1000 м. При этом функциональное обеспечение специальной работоспособности отличается сложными переходными процессами, которые характеризуются развитием максимальных гипоксических сдвигов, прогрессирующей гиперкапнии и значительным накоплением продуктов анаэробного метаболизма [7, 15]. Реакция на эти состояния имеет значение в процессе повышения мощности энергообеспечения, ее анаэробного и аэробного компонентов [8]. Кроме этого, речь идет о реализации структуры анаэробного энергообеспечения, где характеристики мощности и емкости требуют проведения специальной оценки ее компонентов и выделения специальных характеристик рабочей производительности гребцов в период мобилизации анаэробного алактатного, анаэробного гликолитического (лактатного) энергообеспечения, а также специфических проявлений реакции КРС и аэробного энергообеспечения работы [2]. Все это имеет значение для обоснования структуры энергообеспечения специальной работоспособности и выделения модельных характеристик мощности энергообеспечения и специальной работоспособности, характерных для тренировочной и соревновательной деятельности гребцов-спринтеров. Есть мнение, что это позволит увеличить специализированную направленность занятий по специальной физической подготовке, уточнить параметры тренировочной работы, направленной на повышение мощности и емкости энергообеспечения гребцов-спринтеров [14].

**Постановка проблемы.** Хорошо известно, что повышение функциональных возможностей гребцов-спринтеров основывается

на преимущественном развитии скоростных возможностей, связанных с достижением максимального усилия на гребке в момент старта, скоростно-силовых качеств и силовой выносливости в процессе высокоинтенсивной соревновательной деятельности [11, 15]. Это предъявляет повышенные требования к уровню развития мощности и емкости анаэробного энергообеспечения с учетом дифференцированного и комплексного проявления его алактатного и лактатного (гликолитического) компонента, стимулирующего влияния развивающейся гипоксии и прогрессирующей гиперкапнии, степени выраженности компенсации утомления в процессе тренировочной и соревновательной деятельности [9]. С этим во многом связаны количественные и качественные характеристики специальной работоспособности и связанные с ними функциональные возможности гребцов на дистанции 200 м и 500 м, представленные в специальной литературе [1]

Вместе с тем в процессе анализа структуры специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов-спринтеров мало учитываются важные физиологические свойства организма, которые влияют на повышение эффективности функционального обеспечения специальной физической подготовки, реализацию потенциала гребцов в процессе соревновательной деятельности, восстановление после напряженной тренировочной и соревновательной деятельности. К ним относят реактивные свойства кардиореспираторной системы (КРС), специфические особенности проявления аэробного энергообеспечения, нейродинамические свойства организма [6, 8].

Данные специальной литературы свидетельствуют, что увеличение стимулирующих нейрогуморальных влияний на усиление реакции КРС привело к повышению эффективности энергообеспечения и специальной работоспособности спортсменов при выполнении тренировочной работы преимущественно скоростной направленности [6]. Это увеличило фазу устойчивости работоспособности, повысило эффективность техники в условиях утомления и скорость восстановительных

процессов. Результаты таких исследований свидетельствуют о высокой специфичности реализации таких подходов для различных видов спорта. Это связано со структурой функционального обеспечения специальной работоспособности, а также с высокой специфичностью и индивидуальностью проявления реактивных свойств кардиореспираторной системы, которые влияют на способность к мобилизации и реализации имеющегося двигательного и энергетического потенциала спортсменов [3].

При наличии объективных теоретических предпосылок решения этого вопроса в практике подготовки квалифицированных гребцов на байдарках и каноэ фактор повышения эффективности функционального обеспечения гребцов-спринтеров на основе учета взаимосвязи характеристик КРС, энергообеспечения и показателей специальной работоспособности в расчет не брался. Как следствие, методические подходы на основании учета данного фактора обоснованы не были.

**Цель работы** – разработать режимы тренировочных упражнений, направленных на повышение мощности энергообеспечения гребцов-спринтеров с учетом дифференцированного воздействия на специфические компоненты реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения работы.

## МЕТОДЫ

### И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования, направленные на анализ реакции КРС и энергообеспечения работы в процессе специально подобранных режимов тренировочных упражнений, проведены в специально-подготовительном периоде подготовки квалифицированных гребцов на байдарках, которые специализируются на дистанции 200 м и 500 м.

Исследования проведены в национальном центре водных видов спорта в г. Жичжао (Китай) с участием специалистов НУФВСУ. В исследовании приняли участие квалифицированные гребцы (мужчины) провинции Шандун ( $n=22$ ). Возраст спортсменов находился в диапазоне 19-25 лет. Все гребцы являлись членами сборной команды Шандун по

гребле на байдарках и каноэ. Пять спортсменов были членами национальной команды Китая по гребле на байдарках, четверо из них завоевали золотые металлы на Азиатских играх 2018 года.

Для регистрации показателей специальной работоспособности и функциональных возможностей гребцов был использован мобильный газоанализатор Oxycon mobile (Jaeger), спорттестер "Polar", лабораторный комплекс для определения лактата крови Biosen S. line lab+. Для стандартизации измерений специальной работоспособности использовался гребной эргометр «Dansprint».

В процессе выполнения тестовых заданий и моделирования режимов работы регистрировались показатели эргометрической мощности, реакции КРС и энергообеспечения работы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования проведены в два этапа. На первом этапе в процессе реализации анаэробного алактатного, анаэробного лактатного и аэробного энергообеспечения проведен анализ количественных и качественных характеристик энергетических возможностей гребцов-спринтеров. Ставилась задача определить индивидуальные параметры эргометрической мощности, показатели реакции КРС и мощности энергообеспечения работы, которые легли в основу индивидуализации экспериментальных режимов тренировочных занятий, а также оценки их эффективности. Для этого проведен анализ количественных и качественных характеристик энергетических возможностей гребцов-спринтеров, зарегистрированных в условиях реализации анаэробной алактатной мощности (тест 10 с), анаэробной лактатной (гликолитической) мощности (тест 30 с) и анаэробной емкости (тест 90 с) [1].

► тест 1 – использовался для оценки кратковременной анаэробной рабочей производительности в период выхода работы, выполненной преимущественно за счет использования анаэробного алактатного механизма энергообеспечения;

- тест 2 – использовался для оценки анаэробной рабочей производительности средней продолжительности в период выхода работы, выполненной преимущественно за счет анаэробного алактатного и лактатного (гликолитического) механизмов энергообеспечения;
- тест 3 – использовался для оценки длительной анаэробной рабочей производительности.

Продолжительность периода между выполнением первого и второго теста составила 3 минуты, второго и третьего – 10 минут.

Содержание комплексов тестов, характеристики энергообеспечения и работоспособности гребцов представлены в таблице 1.

На втором этапе проведена экспериментальная проверка реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения работы гребцов в процессе повторного выполнения режимов тренировочной работы преимущественно анаэробной направленности. Принимали участие 12 гребцов-спринтеров, которые имели результат преодоления дис-

танции 200 м – 37:75,2-38:35,3 с; 500 м – 1:31,1-1:33,2 с.

Целью данного этапа работы являлась проверка соответствия достигнутых уровней реакции модельным характеристикам энергообеспечения гребцов на байдарках. За основу приняли четыре режима тренировочной работы, при которой показатели реакции КРС и энергообеспечения работы могут достичь максимальных показателей в процессе многократного повторения отрезков интервальной работы. Тренировочная работа моделировала серию отрезков общей продолжительностью четыре минуты. Этот период напряженной работы характеризуется достижением пиковых величин реакции анаэробного и аэробного энергообеспечения работы, в том числе в условиях повторного выполнения скоростных отрезков различной длительности [3].

В зависимости от длительности ускорений время работы на отрезке составляло: в серии I – 10 с, в серии II – 20 с, в серии III – 30 с, в серии IV – 90 с. Количество отрезков в серии составляло: в серии I – восемь отрезков, в се-

**Таблица 1 – Показатели энергообеспечения гребцов-спринтеров на байдарках (n=22) / Table 1 – Indicators of energy supply of canoe sprinters**

Показатели / Indicators	$\bar{X}$	S
Тест 10 с / 10 s test		
$\bar{W}$ – средняя ЭМР в «тесте 10 с» / average EMR in 10 s test	391,5	25,2
Период восстановления 3 минуты / Recovery period 3 minutes		
Тест 30 с / 30 s test		
$VO_{2,}$ л·мин <sup>-1</sup> – средний показатель за последние 10 с работы / l min – average indicator for the last 10 s work	2,9	0,6
$VCO_{2,}$ л·мин <sup>-1</sup> – средний показатель за первые 10 с восстановительного периода / l min – average indicator for the first 10 s of recovery period	3,8	0,8
$V_E/CO_{2,}$ у.е. – средний показатель за первые 30 с восстановительного периода / stand. un. – average indicator for the first 30 s of recovery period	30,9	3,8
$La$ , ммоль·л <sup>-1</sup> – наиболее высокий показатель на 3-й и 7-й минутах восстановительного периода / mmol l – the highest indicator for the 3 <sup>rd</sup> and 7 <sup>th</sup> minutes of recovery period	4,8	1,9
$\bar{W}_{25-30}$ з, Вт – период реализации максимальной гликолитической мощности / $W_t$ – a period of achieving maximum glycolytic power	375,1	65,7
$\bar{W}$ , Вт – показатель мощности емкости алактатного и мощности лактатного энергообеспечения в «тесте 30 с» / indicator of the power of both alactate volume and lactate energy supply in the 30 s test	388,8	66,1
Период восстановления 3 минуты / Recovery period 3 minutes		
Тест 90 с / 90 s test		
$VO_{2,}$ л·мин <sup>-1</sup> – средний показатель за последние 10 с работы / l min – average indicator for the last 10 s work	4,8	0,5
$VCO_{2,}$ л·мин <sup>-1</sup> – средний показатель за последние 10 с работы / l min – average indicator for the last 10 s work	5,2	0,6
$V_E/CO_{2,}$ у.е. – средний показатель за первые 30 с восстановительного периода / stand. un. – average indicator for the first 30 s of recovery period	34,9	4,5
$La$ , ммоль·л <sup>-1</sup> – наиболее высокий показатель на 3-й и 7-й минутах восстановительного периода / mmol l – the highest indicator for the 3 <sup>rd</sup> and 7 <sup>th</sup> minutes of recovery period	14,0	2,2
$\bar{W}_{90}$ с, Вт – средняя ЭМР в тесте «500 м» / $W_t$ – average EMR in 500 m test	295,2	37,2

рии II – шесть отрезков, в серии III – четыре отрезка, в серии IV – два. В данной части эксперимента приняли участие 12 гребцов, которые имели наиболее высокие значения показателей на дистанциях 200 м и 500 м.

Отличия серий составили различия соотношения интенсивности и длительности нагрузки, а также времени, отведенного на восстановление спортсменов в паузах между сериями. Нагрузки отличались степенью мобилизации анаэробного метаболизма. В различных упражнениях акценты были сделаны на развитие мощности и анаэробного лактатного энергообеспечения (отрезки 10 и 20 с), мощности и емкости анаэробного лактатного (гликолитического) энергообеспечения (отрезки 60 с и 90 с).

В процессе моделирования тренировочных нагрузок учитывали данные специальной литературы о влиянии физиологических стимулов реакции на степень активизации нейрогенного стимула реакции, развитие гипоксии и гиперкапнии, накопление продуктов анаэробного метаболизма. Влияние стимулов реакции на характер энергообеспечения работы проанализировано на основании изменения реакции системы дыхания на выделение  $\text{CO}_2$  сразу после тренировочных нагрузок длительностью 10, 20 и 30 с, а также в завершающей фазе 90 с отрезка работы. Информативность такого рода характеристик функционального обеспечения специальной работоспособности гребцов подтверждена в процессе реализации первого и второго шага алгоритма, приведенного выше.

Анализировались реакции организма на повторные нагрузки при условии преобладающего влияния нейрогенного и гипоксического стимула реакций, при уровне метаболического ацидоза, который растет.

Первый вариант нагрузки (А) направлен на реализацию мощности анаэробного алактатного энергообеспечения. В процессе выполнения упражнений акценты были сделаны на возможности достижения и поддержания в течение 3-4 гребков максимальной эргометрической мощности работы. Важное значение имела способность гребцов развивать и поддерживать максимальный темп гребли. Это позволило усилить

нейрогенные влияния (стимулы) на кинетику КРС и скорость развертывания энергетических реакций организма. Продолжительность работы с максимальной интенсивностью – 10 с, пауза отдыха – 20 сек.

Второй вариант нагрузки (Б) решает задачи реализации анаэробного алактатного энергообеспечения. На второй половине отрезка начинает активно включаться в работу анаэробное лактатное энергообеспечение, увеличивается скорость выделения  $\text{CO}_2$ . Скорость этих процессов влияет на дальнейший характер энергообеспечения работы. В этот период акценты в работе гребцов делаются на достижение оптимального соотношения темпо-ритмовой структуры работы, достижение и поддержание эргометрической мощности работы на уровне 80-90% достигнутого на начальном отрезке работы. При соотношении опорной и безопорной фазы выполнения цикла гребной локомоции (ритма гребли) 1,0 к 1,5 в большей степени развивается силовой компонент специальной выносливости гребцов [2].

Продолжительность работы с максимальной интенсивностью или акцентированным максимальным усилием в опорной фазе гребка – 20 с, пауза отдыха – 10 сек.

Третий вариант нагрузки (В) направлен на развитие мощности анаэробного гликолитического энергообеспечения. В процессе моделирования нагрузки учитывали, что наиболее высоких характеристик анаэробной лактатной (гликолитической) мощности гребцы достигают на 25-30 с работы на отрезке. Условием выполнения нагрузки было достижение максимальных (индивидуальных для гребца) показателей эргометрической мощности работы в начальной фазе выполнения отрезка и мобилизация двигательного потенциала в течение 25-30 с. Этот период работы сопровождается развитием гипоксии нагрузки, степень выраженности гипоксических сдвигов и уровень реакции дыхания на их увеличение имеют значительное влияние на скорость развертывания и структуру энергообеспечения в процессе более длительной напряженной тренировочной и соревновательной работы гребцов, которые специализируются на дистанциях 200, 500 и 1000 м.

Продолжительность работы с максимальной

интенсивностью – 30 с, пауза отдыха – 30 сек. Акценты в работе были расставлены с требованием максимальной реализации эргометрической мощности на 25-30 с нагрузки.

Четвертый вариант нагрузки (Г) направлен на развитие мощности аэробного энергообеспечения работы. Этот тип тренировочной работы характерен для квалифицированных гребцов. В период выполнения 90 с отрезков работы гребцы достигают и поддерживают уровни максимального  $O_2$  дефицита, выделения  $CO_2$ , активно накапливаются продукты анаэробного метаболизма в процессе реализации мощности и емкости анаэробного энергообеспечения. При адаптации организма к такого рода стимулам спортсмены достигают максимального уровня потребления  $O_2$ . При этом формируются условия для достижения  $VO_2 \max$  в условиях высокоинтенсивной тренировочной и соревновательной деятельности.

Продолжительность работы с максимальной интенсивностью – 90 с, пауза отдыха – 60 с.

Показатели реакции КРС и энергообеспечения работы анализировались в период достижения устойчивости реакции при выполнении второго отрезка в серии и в конце серии. Показатели отношения легочной вентиляции и выделения  $CO_2$  анализировались в период восстановления после последнего отрезка при работе длительностью 10, 29 и 30 с и на последних 30 с работы последних отрезков длительностью 90 с. Показатели концентрации лактата крови анализировались после выполнения последнего отрезка

серии на 3-й и 5-й минутах восстановительного периода. В качестве критериев эффективности рассматривались уровни реакции КРС и энергообеспечения, которых гребцы достигали при различных вариантах тренировочных нагрузок. Результаты анализа приведены в таблице 2.

Из таблицы видно, что высокий уровень реакции КРС и энергообеспечения работы характерен для всех режимов работы. Отличается структура реакции.

Характер реакции при выполнении режимов работы А, Б, В, Г отличается общими особенностями, а также индивидуальными проявлениями реакции КРС и энергообеспечения работоспособности спортсменов однородной группы. Диапазон индивидуальных различий зарегистрированных показателей не превышал 15% (по коэффициенту вариаций, V). Это свидетельствовало о типологических особенностях реакции гребцов на каждый из режимов тренировочных упражнений различной длительности и интенсивности.

Анализ средних значений показателей позволил установить, что в процессе выполнения режимов А и Б (близких по характеру энергообеспечения) отмечен различный уровень реакции дыхания и концентрации лактата крови. В процессе выполнения режима А показатели  $V_E \cdot VCO_2^{-1}$  были выше на 6,6%, чем при выполнении режима работы Б. При этом уровень концентрации лактата крови в процессе выполнения режимов работы Б был выше на 32,8%, чем при выполнении режимов работы А. Этот факт целесообразно ис-

**Таблица 2 – Показатели реакции кардиореспираторной системы и энергообеспечения работы гребцов-спринтеров на байдарках в условиях повторного выполнения упражнений при работе анаэробной направленности (n=12) / Table 2 – indicators of the reaction of cardiorespiratory system and power supply of canoe sprinters under the conditions of repeating exercises in the framework of anaerobic work (n=12)**

Режимы работы / operation mode	Номер отрезка в серии / Number of section in the series	Физиологические показатели / Physiological indicators								
		$VO_2$			$V_E \cdot VCO_2^{-1}$			La,		
		л·мин <sup>-1</sup> * / l min			y. e. ** / stand.un.			ммоль·л <sup>-1</sup> *** mmol l		
		$\bar{X}$	S	V	$\bar{X}$	S	V	$\bar{X}$	S	V
А	VIII	3,0	0,3	10,0	35,1	2,1	6,0	4,1	0,2	4,9
Б	VIII	3,2	0,3	9,4	32,8	2,3	7,0	6,1	0,3	4,9
В	IV	4,5	0,4	8,9	34,9	3,3	9,5	10,9	1,0	9,2
Г	II	5,7	0,4	7,0	36,2	3,6	9,9	13,2	1,0	7,6

Примечания. \* – регистрировались средние показатели  $VO_2$  на последних 10 с работы на отрезке; / Note. \* – average  $VO_2$  indicators for the last 10 s of work at the section were registered;

\*\* – регистрировались средние показатели  $V_E \cdot VCO_2^{-1}$  на первых 30 с периода восстановления / average  $V_E \cdot VCO_2^{-1}$  indicators for the first 30 s of recovery period were registered;

\*\*\* – забор крови для регистрации лактата крови проводился на 3-й и 7-й минутах периода восстановления / blood test for registration of blood lactate was effectuated on the 3<sup>rd</sup> and 7<sup>th</sup> minutes of recovery period.

пользовать в системе физической подготовки в качестве сочетания режимов А и Б, когда режим Б стимулирует мощность и емкость анаэробного алактатного энергообеспечения, режим А увеличивает реакции дыхательной компенсации метаболического ацидоза в условиях интенсивной двигательной деятельности и, как следствие, влияет на компенсацию нарастающего утомления в процессе выполнения значительного объема тренировочной работы такого типа.

По сравнению с режимами А и Б в процессе выполнения режимов В возрастает мощность анаэробного гликолитического энергообеспечения. В процессе его выполнения уровни концентрации лактата крови возрастают на 44,0% по сравнению с режимом Б, при этом различия отношения легочной вентиляции и выделения  $\text{CO}_2$ , зарегистрированные при выполнении режимов А и В, практически отсутствуют и составляют 0,6% по средней величине показателя. При выполнении серии отрезков с режимом В уровень потребления  $\text{O}_2$  по сравнению с режимом работы Б возрастает на 28,9%.

В процессе выполнения упражнений с режимами работы Г увеличиваются все показатели реакции КРС и энергообеспечения. Его применение приводит к реализации всех компонентов анаэробного энергообеспечения, КРС, а также сопровождается достижением высоких характеристик мощности аэробного энергообеспечения. В процессе выполнения режимов упражнений Г по сравнению с характеристиками режимов работы упражнений В уровни реакции возросли: по  $\text{VO}_2$  – на 21,1%, по  $V_E \cdot \text{VCO}_2^{-1}$  – на 3,6%, по  $\text{La}$  – на 17,4%. Высокие характеристики реакции свидетельствуют о реализации мощности и емкости энергообеспечения.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют, что различные варианты режимов тренировочной работы повышают уровень анаэробного энергообеспечения работы, при этом отличия составляют механизмы реализации анаэробной алактатной и лактатной мощности и емкости, роль аэробного энергообеспечения и степень выраженности механизмов компенсации утомления в процессе повторного выполнения режимов тренировочной работы.

В процессе анализа показателей, зарегистрированных в процессе выполнения режимов рабо-

ты А, Б, В и Г, отмечены значения мощности и емкости энергообеспечения работы, которые соответствуют модельным характеристикам, представленным в групповых и индивидуальных моделях подготовленности квалифицированных гребцов. Также следует учитывать, что в процессе моделирования тренировочных нагрузок были использованы индивидуальные параметры эргометрической мощности работы, зарегистрированные при тестировании гребцов. Приведенные в разделе данные свидетельствуют, что модельные характеристики мощности и емкости энергообеспечения, а также модельные характеристики эргометрической мощности работы могут быть использованы в системе физической подготовки для контроля и оценки энергетических возможностей гребцов, а также при планировании тренировочных занятий, направленных на развитие скоростно-силовых возможностей, выносливости при работе анаэробного и аэробного характера.

На основании этого показаны возможности дифференциации режимов тренировочной работы по направленности на развитие компонентов специальных функциональных возможностей (реакции КРС и анаэробного и аэробного компонентов энергообеспечения работы) с учетом сниженных сторон подготовленности гребцов-спринтеров.

## ВЫВОДЫ

Разработан системный подход к реализации моделирования характеристик мощности и емкости системы энергообеспечения в системе специальной физической подготовки квалифицированных гребцов на байдарках, который включает:

- 1) моделирование характеристик энергообеспечения и специальной работоспособности в стандартных условиях выхода работы при реализации анаэробной и аэробной мощности и емкости. При этом проанализированы показатели эргометрической мощности работы, потребления  $\text{O}_2$ , выделения  $\text{CO}_2$ , отношения легочной вентиляции к выделению  $\text{CO}_2$ , уровни концентрации лактата крови, определены индивидуальные параметры эргометрической мощности работы при различных режимах работы анаэробного характера;



2) моделирование тренировочных упражнений, направленных на повышение мощности и емкости энергообеспечения работы на основе оценки реакции КРС, энергообеспечения работы, сопоставление достигнутых характеристик с модельными показателями подготовленности гребцов на байдарках. В процессе моделирования режимов тренировочных упражнений гребцов проанализированы индивидуальные характеристики эргометрической мощности, потребления  $O_2$ , отношения легочной вентиляции и выделения  $CO_2$ , уровни концентрации лактата крови, зарегистрированные в процессе выполнения последнего упражнения и период восстановления.

1. Моделирование режимов тренировочных упражнений основано на определении индивидуальных параметров работоспособности гребцов в условиях моделирования нагрузки в процессе реализации мощности и емкости анаэробного алактатного и лактатного (гликолитического) энергообеспечения.

Разработаны модели тренировочных упражнений, которые включали режимы А, Б, В и Г. Основные эффекты тренировочных упражнений составили: режим А – увеличение мощности реакции легочной вентиляции при нарастании  $CO_2$  в условиях нагрузок, выполненных с

максимальной интенсивностью работы; режим Б – реализация емкости анаэробного энергообеспечения, повышение скорости развертывания лактатного (гликолитического) энергообеспечения; режим В – повышение мощности анаэробного лактатного (гликолитического) энергообеспечения, развитие реакции дыхательной компенсации метаболического ацидоза; режим Г – реализация емкости анаэробного и повышение мощности аэробного энергообеспечения работы.

3. Гребцы-спринтеры, которые имели высокий результат на дистанциях 200 м и 500 м, имели более высокие характеристики мощности и емкости энергообеспечения специальной работоспособности. Показатели, зарегистрированные в процессе моделирования контроля и режимов тренировочных упражнений, соответствовали показателям, представленным в групповых и индивидуальных моделях подготовленности квалифицированных гребцов-спринтеров на байдарках.

Подход к моделированию режимов тренировочных упражнений может быть взят за основу моделирования специальной физической подготовки гребцов, которые специализируются на дистанции 1000 м в гребле на байдарках, а также для подготовки в других видах гребного спорта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ван Вейлун, Дьяченко А. Контроль спеціальної роботоздатності кваліфікованих веслярів на байдарках і каное на дистанції 500 і 1000 м. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2018;(3):10-4.
2. Дьяченко АЮ, Го Пенчен. Функциональные возможности гребцов и факторы их совершенствования с учетом развития силовых возможностей. Наука в олимпийском спорте. 2009;(2):13-9.
3. Дьяченко АЮ. Современная концепция совершенствования специальной выносливости спортсменов высокого класса в гребном спорте. Наука в олимпийском спорте. 2007;(1):54-61.
4. Дьяченко ВФ. Особенности динамики параметров функциональной подготовленности гребцов на байдарках на разных этапах многолетней подготовки. Наука в Олимпийском спорте. 2001;(2):86-93.
5. Иссурин ВБ. Основы общей теории водных спортивных локомотий. Теория и практика физической культуры. 1998;(8):44-7.
6. Лисенко ОМ. Зміни фізіологічної реактивності серцево-судинної та дихальної системи на зрушення дихального гомеостазу при застосуванні комплексу засобів стимуляції роботоздатності. Фізіологічний журнал. 2012;(5):70-7.
7. Лысенко Е, Шинкарук О, Самуilenко В, и др. Особенности функциональных возможностей гребцов на байдарках и каноэ высокой квалификации. Наука в олимпийском спорте. 2004;(2):55-61.
8. Мищенко В, Дьяченко А, Томяк Т. Индивидуальные особенности анаэробных возможностей как компонента специальной выносливости спортсменов. Наука в олимпийском спорте. 2003;(1):57-62.
9. Мищенко ВС, Лысенко ЕН, Виноградов ВЕ. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте: монография. Киев: Науковий світ; 2007. 352 с.
10. Платонов ВН. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: учебник: Киев: Олимпийская лит.; 2015. 2 тома.
11. Стеценко ЮН. Функциональная подготовка спортсменов-гребцов различной квалификации: учеб. пособ. Киев: УГУФВС; 1994. 191 с.
12. Шинкарук ОА. Подготовка спортсменки высокого класса в гребле на байдарках к главным соревнованиям макроцикла. В: Олімпійський спорт і спорт для всіх: 14-ий міжнар. наук. конгрес, присвячується 80-річчю НУФВСУ; 2010 Жовт 5-8; Київ. Київ: НУФВСУ; 2010. с. 142.

13. Nikonorov A. Paddling Technique for 200m sprint kayak. In: Isorna Folgar M, et al. Training Sprint Canoe. 2.0 Editora; 2015. p. 187-202.
14. Nikonorov A. Power development in sprint canoeing. In: Isorna Folgar M, et al. Training Sprint Canoe. 2.0

## REFERENCES

1. Veilun Van, Diachenko A. Контроль спеціальної роботоздатності кваліфікованих веслярів на байдарках і каное на дистанції 500 і 1000 м. Теорія і методика фізичного виховання і спорту, 2018, no. 3, pp. 10 - 4.
2. Diachenko, A. lu., Penchen Go. [Functional opportunities of rowers and the factors of their refinement considering development of strength capabilities]. Nauka v Olimpiiskom sporte [Science in Olympic sport], 2009, no. 2, pp. 13-9.
3. Diachenko, A. lu. [Contemporary concept of refinement of special endurance of elite athletes in rowing]. Nauka v Olimpiiskom sporte [Science in Olympic sports], 2007, no. 1, pp. 54-61.
4. Diachenko, V. F. [Peculiarities of parameter dynamics of functional excellence of canoe sprinters in different periods of long-term training]. Nauka v Olimpiiskom sporte [Science in Olympic sport], 2001, no. 2, pp. 86-93.
5. Issurin, V. B. [Fundamentals of general theory of water sport locomotions]. Teoriia i praktika fizicheskoi kultury [Theory and practice of physical culture], 1998, № 8, pp. 44-7.
6. Lisenko, O. M. Зміни фізіологічної реактивності серцево-судинної та дихальної системи на зрушення дихального гомеостазу при застосуванні комплексу засобів стимуляції роботоздатності. Фізіологічний журнал, 2012, no. 5, pp. 70-7.
7. Lysenko, E. Shinkaruk, O., Samuilenko V. et al. Osobnosti funktsionalnykh vozmozhnostei grebtsov na baidarkakh i kanoe vysokoi kvalifikatsii [Features of functional abilities of kayak and canoe rowers of high qualification]. Nauka v olimpiiskom sporte [Science in Olympic sport], 2004, no. 2, pp. 55-61.
8. Mishchenko, V., Diachenko, A., Tomiak, T. Individualnye osobennosti anaerobnykh vozmozhnostei kak komponenta spetsialnoi vynoslivosti sportsmenov

Editora; 2015. p. 169-183.

15. Withers RT, Ploeg G. van der, Finn JP. Oxygen deficits incurred during 45, 60, 75 and 90-s maximal cycling on an air-braked ergometer. Europ. J. of Appl. Physiol. 1993;67(2):185-91.

[Individual features of anaerobic capabilities as a component os special endurance of athletes] Nauka v olimpiiskom sporte [Science in Olympic sport], 2003, no. 1, pp. 57-62.

9. Mishchenko, V. S., Lysenko, E. N., Vinogradov, V. E. Reaktivnye svoistva kardiorespiratornoi sistemy kak otrazhenie adaptatsii k napriazhennoi fizicheskoi trenirovke v sporte : monografiia [Reactive properties of cardiorespiratory system as the reflection of adaptation to intensive physical training in sport : monograph]. Київ, Науковий світ Publ., 2007, 352 с.
10. Platonov, V. N. Sistema podgotovki sportsmenov v olimpiiskom sporte. Obshchaia teoriia i ee prakticheskie prilozheniia : uchebnik. 2 toma [The system of training athletes in Olympic sport. General theory and its practical application : manual. 2 volumes]. Kiev, Olimpiiskaia lit. [Olympic lit. Publ.], 2015.
11. Stetsenko, lu. N. Funktsionalnaia podgotovka sportsmenov-grebtsov razlichnoi kvalifikatsii : ucheb. posob. [Functional training of rowers of various qualifications : teach. guide]. Kiev, UGUFVS Publ., 1994, 191 p.
12. Shinkaruk, O. A. Podgotovka sportsmenki vysokogo klassa v greble na baidarkakh k glavnyim sorevnovaniiam makrotsikla [Training of a highly qualified female canoe sprinter for major competitions of macrocycle]. Олімпійський спорт і спорт для всіх : 14-ий міжнар. наук. конгрес, присвячується 80-річчю НУФВСУ, 2010, Жовт 5-8, Київ, НУФВСУ, 2010, pp. 142.
13. Nikonorov A. Paddling Technique for 200m sprint kayak. In: Isorna Folgar M, et al. Training Sprint Canoe. 2.0 Editora, 2015, p. 187-202.
14. Nikonorov A. Power development in sprint canoeing. In: Isorna Folgar M, et al. Training Sprint Canoe. 2.0 Editora; 2015. p. 169-183.
15. Withers RT, Ploeg G. van der, Finn JP. Oxygen deficits incurred during 45, 60, 75 and 90-s maximal cycling on an air-braked ergometer. Europ. J. of Appl. Physiol. 1993;67(2):185-91.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Андрей Юрьевич Дьяченко - доктор наук по физическому воспитанию и спорту, профессор, заведующий кафедрой водных видов спорта; Национальный университет физического воспитания и спорта Украины; Украина, 02000, г. Киев, ул. Физкультуры, д. 1; e-mail: adnk2007@ukr.net; ORCID: 0000-0001-9781-3152

Пенчен Го - кандидат наук по физическому воспитанию и спорту, профессор, руководитель лаборатории функциональной диагностики института спорта; Университет провинции Джанши, Китай, 330031, город Наньчан, провинция Цзянси, Xuefu Avenue, 999.

## ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Дьяченко А.Ю., Го П. Моделирование режимов тренировочных упражнений, направленных на повышение мощности энергообеспечения работы гребцов-спринтеров на байдарках / А.Ю. Дьяченко, П. Го // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – Т. 22, № 1. – С. 87-96

## FOR CITATION

Diachenko A. lu., Go P. Simulation of regimes of training exercises aimed at increase in power supply of canoe sprinters. Science and sport: current trends, 2019, vol. 22, no. 1, pp. 87-96 (in Russ.)